

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

09/070879

REC'D 04 OCT 2000

WIPO

PCT



**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

DE 00/02421

15/3

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

EJU

**Aktenzeichen:**

199 41 698.2

**Anmeldetag:**

2. September 1999

**Anmelder/Inhaber:**

ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Anordnung zum Schutz einer einen induktiven Verbraucher schaltenden Leistungshalbleiter-Endstufe

**IPC:**

H 03 K, H 02 P und H 02 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. August 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Waasmaier

10.08.1999 - v/p

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

Anordnung zum Schutz einer einen induktiven Verbraucher schaltenden Leistungshalbleiter-Endstufe

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Schutz einer Leistungshalbleiter-Endstufe, die in Abhängigkeit eines Steuersignals einen induktiven Verbraucher an eine Gleichstrom-Versorgungsspannung anschaltet und von dieser abschaltet.

Derartige Reihenschaltungen aus Leistungshalbleiter-Endstufe und induktivem Verbraucher werden für verschiedene Anwendungen eingesetzt. Dabei wird mit dem Steuersignal die Leistungshalbleiter-Endstufe stets voll durchgesteuert, um ihre Verlustleistung möglichst klein zu halten. Beim Abschalten der Leistungshalbleiter-Endstufe entsteht am induktiven Verbraucher eine Abschaltenergie  $W = \frac{1}{2} LI^2$ , die von der Leistungshalbleiter-Endstufe ferngehalten werden muss, da diese über die parasitäre Diode derselben einen Stromfluss erzeugen würde, der zu einer Überlastung oder Zerstörung der Leistungshalbleiter-Endstufe führen könnte. Um dies zu verhindern, wird dem Verbraucher eine sogenannte Freilaufdiode parallel geschaltet, die als

Leistungsdiode an die geschaltete Leistung der Reihenschaltung anzupassen ist und daher sehr teuer ist.

Wie die WO 96/09683 zeigt, ist es bei elektronisch kommutierbaren Motoren auch bekannt, in den Freilaufkreis einer Erregerwicklung jeweils die nachfolgend zu bestromende Erregerwicklung einzubeziehen und so bereits eine Vormagnetisierung zu erreichen. Diese Anordnung benötigt jedoch nach wie vor die Freilaufdiode als Koppeldioden zwischen den Erregerwicklungen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung der eingangs erwähnten Art zu schaffen, die ohne Freilaufdiode die Abschaltenergie  $W = \frac{1}{2} LI^2$  des induktiven Verbrauchers von der Leistungshalbleiter-Endstufe fernhält und abführt.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, dass die beim Abschalten am induktiven Verbraucher auftretende Induktionsspannung transformatorisch auf eine Zusatzinduktivität übertragbar ist, die mit einem Widerstand belastet oder in Gegenstromrichtung mit der Gleichstrom-Versorgungsspannung gekoppelt ist.

Die Abschaltenergie wird beim Abschalten der Reihenschaltung auf die Zusatzinduktivität, d.h. einen von der Reihenschaltung getrennten Kreis, übertragen und in diesem durch Belastung abgeführt. Dabei kann durch entsprechende Kopplung der Zusatzinduktivität die frei werdende Energie auch zur Gleichstrom-Versorgungsspannung zurück übertragen werden. Als induktive Verbraucher kommen Schaltrelais, Schaltschütze, elektronisch kommutierbare Motoren und dgl. in Betracht.

Bei einem Schaltrelais und einem Schaltschütz ist die Auslegung in einfacher Weise so getroffen, dass der induktive Verbraucher und die Zusatzinduktivität als gegenseitig gewickelte Spulen mit gemeinsamem Magnetkreis ausgebildet sind.

Für einen elektronisch steuerbaren Motor ist die Zusatzinduktivität für eine bestromte Energiewicklung jeweils die im Kommutierungszyklus nachfolgend gegenseitig bestromte Erregerwicklung. Besonders einfache Schaltungen ergeben sich, wenn als Leistungshalbleiter-Endstufen N-Kanal-MOS-FETs in Low-Side-Schaltung verwendet sind.

Die Erfindung wird anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Anordnung mit einem über eine Leistungshalbleiter-Endstufe geschalteten Schaltrelais und

Fig. 2 eine Anordnung mit einem elektronisch kommutierbaren Motor mit vier Polen und zwei Wickelstränge als Erregerwicklungen.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 verwendet zum An- und Abschalten des induktiven Verbrauchers L einen mit T bezeichneten N-Kanal-MOS-FET. Die Ansteuerung erfolgt mit einem Steuersignal st, das beim Anstehen die Leistungshalbleiter-Endstufe T voll durchsteuert, so dass die Verlustleistung derselben möglichst klein ist und der maximale Strom durch den Verbraucher L mit dem

5 Verbraucherwiderstand  $R_L$  fließen kann. Dabei fällt am Verbraucher  $L$  praktisch die volle Gleichstrom-Versorgungsspannung  $U_{\text{batt}}$  ab. Wird die Leistungshalbleiter-Endstufe  $T$  durch Abschalten des Steuersignals  $st$  nicht mehr angesteuert, dann nimmt sie den hochohmigen Schaltzustand ein, in dem für die Induktionsspannung des Verbrauchers  $L$  die parasitäre Diode der Leistungshalbleiter-Endstufe einen Stromkreis bilden könnte.

10 Um einen Stromfluss darüber stark zu verringern, wird die Induktionsspannung auf eine Zusatzinduktivität  $L_z$  übertragen, die transformatorisch mit dem Verbraucher  $V$  gekoppelt ist, d.h. der Verbraucher  $L$  und die Zusatzinduktivität  $L_z$  sind gegensinnige Wicklungen mit gemeinsamem Magnetkreis. Ist die Zusatzinduktivität  $L_z$  mit einem Widerstand  $R$  belastet, dann wird damit die Energie der Induktion abgebaut. Die Energie kann jedoch auch - wie die gestrichelten Linien der Fig. 1 zeigen - in Gegenstromrichtung auf die Gleichstrom-Versorgungsspannung  $U_{\text{batt}}$  mit dem parallel geschalteten Glättungskondensator  $C$  zurück übertragen werden.

20 Das Schaltbild nach Fig. 2 zeigt als induktive Verbraucher  $L_1$  und  $L_2$  die zwei Erregerwicklungen eines elektronisch kommutierbaren Motors. In dem Kommutierungszyklus werden die Verbraucher  $L_1$  und  $L_2$  abwechselnd bestromt, wobei sich von Schritt zu Schritt die Bestromungsrichtung der Erregerwicklungen ändert, da sie in die Reihenschaltungen mit gegensinnigem Wicklungssinn einbezogen sind. Die Leistungshalbleiter-Endstufen  $T_1$  und  $T_2$  werden im Kommutierungszyklus mit den aufeinander folgenden Steuersignalen  $st_1, st_2, st_1, st_2 \dots$  beaufschlagt. Bei der Bestromung des Verbrauchers  $L_1$  wirkt der transformatorisch gekoppelte Verbraucher  $L_2$  als Zusatzinduktivität  $L_z$ , während bei der

Bestromung des Verbrauchers L2 der Verbraucher L1 die Funktion der Zusatzinduktivität  $L_z$  übernimmt. In jeder Bestromungsphase arbeitet die Schaltung nach Fig.2 wie die Schaltung nach Fig. 1, so das auch hier keine Freilaufdioden an den Verbrauchern I1 und L2, d.h. den Erregerwicklungen des Motors erforderlich sind und die Leistungshalbleiter-Endstufen T1 und T2 gegenüber der beim Abschalten auftretenden Induktionsspannungen geschützt sind.

10.08.1999

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

10  
Ansprüche

- 15 1. Anordnung zum Schutz einer Leistungshalbleiter-Endstufe, die in Abhängigkeit eines Steuersignals einen induktiven Verbraucher an eine Gleichstrom-Versorgungsspannung anschaltet und von dieser abschaltet, dadurch gekennzeichnet,
- 20 dass die beim Abschalten am induktiven Verbraucher (L, L1, L2) auftretende Abschaltenergie ( $W = \frac{1}{2} LI^2$ ) transformatorisch auf eine Zusatzinduktivität (Lz, L2, L1) übertragbar ist, die mit einem Widerstand (R) belastet oder in Gegenstromrichtung mit der Gleichstrom-Versorgungsspannung (Ubatt) gekoppelt ist.
- 25 2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
- dass der induktive Verbraucher (L) und die Zusatzinduktivität (Lz) als gegenseitig gewickelte Spulen mit gemeinsamem Magnetkreis ausgebildet sind (Fig. 1).
- 30

5

3. Anordnung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei einem elektronisch kommutierbaren Motor die Zusatzinduktivität für eine bestromte Erregerwicklung (z.B. L1) jeweils die im Kommutierungszyklus nachfolgend gegensinnig bestromte Erregerwicklung (L2) ist.

10

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Leistungshalbleiter-Endstufen (T, T1, T2) N-Kanal-MOS-FETs in Low-Side-Schaltung sind.



10.08.1999 - v/p

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Anordnung zum Schutz einer einen induktiven Verbraucher schaltenden  
Leistungshalbleiter-Endstufe

15

Zusammenfassung

20

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Schutz einer Leistungshalbleiter-Endstufe, die in Abhängigkeit eines Steuersignals einen induktiven Verbraucher an eine Gleichstrom-Versorgungsspannung anschaltet und von dieser abschaltet. Ein Schutz gegenüber den Induktionsspannungen wird ohne Freilaufdiode dadurch erreicht, dass die beim Abschalten am induktiven Verbraucher auftretende Induktionsspannung transformatorisch auf eine Zusatzinduktivität übertragbar ist, die mit einem Widerstand belastet oder in Gegenstromrichtung mit der Gleichstrom-Versorgungsspannung gekoppelt ist.

25

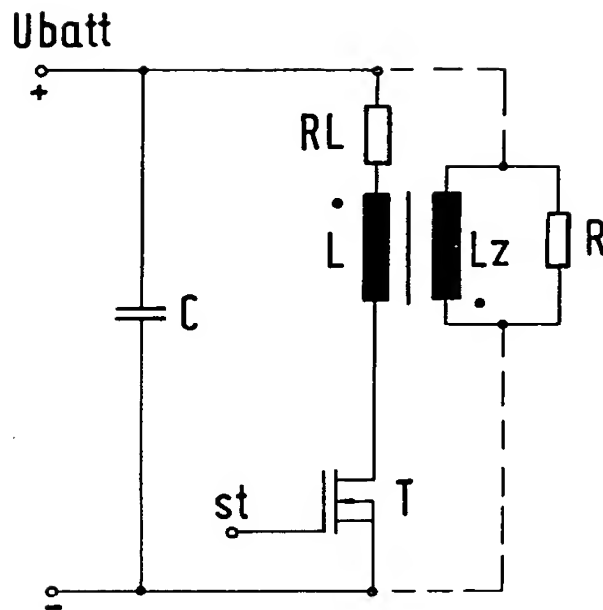


Fig. 1

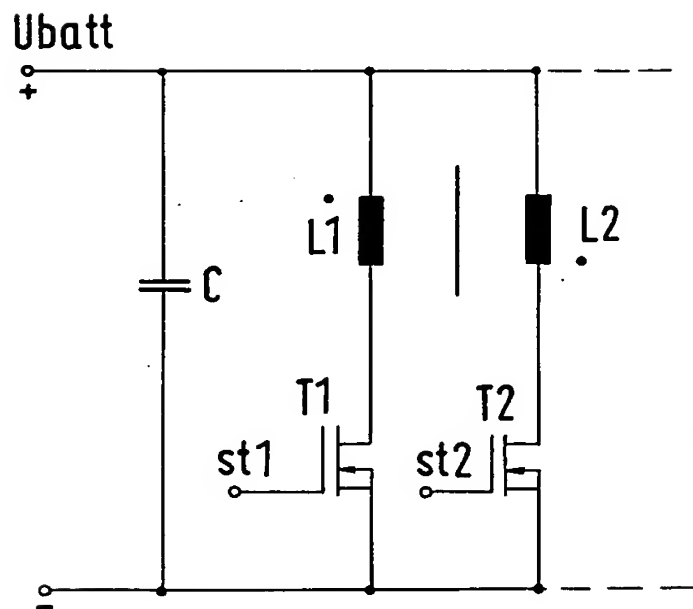


Fig. 2